Chapitre.1:
GENERALITES ET CONCEPTS DE BASE

1. Introduction

La mécanique des fluides est la science qui s'intéresse aux comportements des fluides. On distingue :

-La statique des fluides : appelée généralement « l'hydrostatique », c'est la filière de la mécanique des fluides qui s'intéresse aux comportements des fluides au repos.

-La dynamique des fluides : appelée généralement « l'hydrodynamique », c'est la filière de la mécanique des fluides qui s'intéresse aux comportements des fluides en mouvement.

2. Définition d'un fluide :

Un fluide est un corps dont les molécules ont peu d'adhésion et peuvent glisser librement les unes sur les autres (liquides) ou se déplacer indépendamment les unes des autres (gaz). Les fluides n'ont pas de forme propre (à la différence des solides) donc ils se déforment facilement. Quand vous introduisez un fluide dans un récipient, ce dernier en épouse les formes.

Généralement les fluides sont répartis en deux groupes :

- Les liquides : Corps peu compressibles et dont la masse volumique est importante (eau, huile,…). Les liquides occupent des volumes bien définis et présentent des surfaces libres.

Pour les liquides on distingue deux classes :

- Les fluides parfaits : un fluide parfait est un fluide dont les molécules glissent les unes sur les autres sans aucun frottement.
- Les fluides réels : un fluide réel est un fluide dont les molécules glissent les unes sur les autres avec frottement.

- Les gaz : corps très compressibles et même extensibles (dioxyde de carbone, Air,…). Les gaz se dilatent jusqu'à occuper toutes les parties du récipient qui le contient.

3. Propriétés d'un fluide

3.1.La masse volumique «ρ»

La masse volumique est le rapport entre la masse **m** d'une matière et son volume **v**. généralement elle est exprimée en kg/m^3.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Pour les liquides la masse volumique varie très peu avec la pression, mais plus sensiblement avec la température. Les liquides sont appelés des fluides **incompressibles**.

Contrairement à celle des liquides, la masse volumique des gaz varie avec la pression et la température. Les gaz sont appelés des fluides **compressibles**.

3.2.La densité «d»

La densité d'un corps est le rapport entre la masse volumique de ce corps et la masse volumique d'un corps de référence. Les deux masses volumiques étant déterminées dans les mêmes conditions de température et de pression. Elle est sans unité.

- ✓ Pour les liquides, cette définition se traduit par la relation suivante :

$$d = \frac{\rho_{liquide}}{\rho_{eau}}$$

- ✓ Pour les gaz, cette définition se traduit par la relation suivante :

$$d = \frac{\rho_{gaz}}{\rho_{air}}$$

***NB* :** à T=25°C et pression atmosphérique (p= 1.0113 bar) on :
ρde l'eau : 1000 kg/m^{3}et ρ de l'air : 1.293kg/m^3

3.3.La viscosité

La viscosité : On appelle viscosité la propriété qui traduit la résistance d'un fluide à l'écoulement. Elle caractérise les frottements internes ou intermoléculaires à l'intérieur du fluide. Plus la fluidité augmente (vitesse d'écoulement du fluide) plus la viscosité diminue et inversement.

On distingue deux types de viscosités, à savoir :

3.3.1. Viscosité cinématique *«ν»* :Dans de nombreuses formules apparaît le rapport de la viscosité dynamique **η** et de la masse volumique ρ.

Ce rapport est appelé **viscosité cinématique** : $\nu = \frac{\eta}{\rho}$

Unité : Dans le système international (SI), l'unité de viscosité n'a pas de nom particulier : (m^2/s) et dans le système CGS (non légal), l'unité est le Stokes (St)Stocks (St) ou centiStocks (cSt). Avec : 1 m^2/s = 10^4 St = 10^{6}cSt.

3.3.2. Viscosité dynamique *«η»* : Considérons deux couches de fluide de distante dz. La force de frottement F qui s'exerce à la surface de séparation de ces deux couches s'oppose au glissement d'une couche sur l'autre. Elle est proportionnelle à la différence de vitesse des couches soit dv, à leur surface S et inversement proportionnelle à dz :

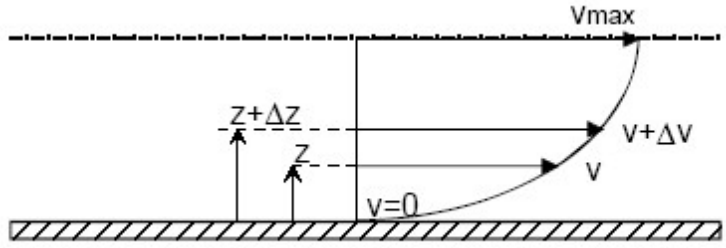

Figure 1 : Couches de fluide de distante dz

Le facteur de proportionnalité **ηest le coefficient de viscosité dynamique** du fluide.

Unité : Dans le système international (SI), l'unité de viscosité dynamique est **le Pascal seconde** (Pa.s) ou **Poiseuille** (Pl). Avec : 1 Pa·s = 1 Pl = 1 kg/m·s

Autres unités (non légales) : On trouve encore les tables de valeurs numériques le coefficient de viscosité dans un ancien système d'unités (CGS) : l'unité est le Poise (Po) ; 1 Pl = 10 Po = 1 daPo = 10^{3}cPo.

La viscosité de produits industriels (huiles en particulier) est exprimée au moyen d'unités empiriques : degré ENGLER en Europe, degré Redwood en Angleterre, degré Saybolt aux USA.

La force retardatrice qui a tendance à ralentir la couche de cote z+dz qui se trouve au dessus de la couche de cote z et accélérer la couche sous de cote z-dz est donnée par la relation :

$$F = \eta S \frac{dv}{dz} \Rightarrow \tau = \frac{F}{S} = \eta \frac{dv}{dz}$$

F : Force de frottement entre les couches en (N),

τ : Contrainte de cisaillement (N/m^2),

η : Viscosité dynamique en (kg/m.s),

S : surface de contact entre deux couches en (m^2),

dv : Écart de vitesse entre deux couches en (m/s),
dz : Distance entre deux couches en (m).
***NB* :** à T=25°C et pression atmosphérique (p= 1.0113 bar) on : $\boldsymbol{\nu}_{\mathbf{eau}}$**=** 1 cSt= 10^{-6} m^2/s et $\boldsymbol{\eta}_{eau}$ = 10^{-3}Pa.s.